

硅酮材料用于水泥混凝土路面断板的处理

周庆月, 张颖翌

(1.南通科恒建设工程有限公司, 江苏南通 226007; 2.上海金山公路建设有限公司, 上海 200000)

摘要:水泥混凝土路面板块产生不规则断板是目前水泥混凝土路面的主要病害之一, 其形成原因比较复杂, 目前还没有非常理想的处理办法。在经过数百公里的断板修补工程作业, 以及经过多种进口、国产的断缝修补材料使用对比以后, 硅酮材料是其中施工方便、使用效果较好的材料。它基本解决了一般材料断——补——断恶性循环的问题, 并可以使水泥混凝土板的使用寿命得到一定的延长。该文简单介绍该材料的技术性能、处理断板基本思路及有关施工工艺过程。

关键词:水泥混凝土路面; 断缝; 硅酮; 特性; 施工工艺

中图分类号:U418.66 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0106-03

0 前言

目前国内水泥混凝土路面的病害尤其是混凝土断板, 一直没有很好的处理和解决办法。这其中涉及建养机制、养护材料、施工质量、路基处理等多方原因。我们在某些道路的初步调查中发现, 断板问题随着使用时间的增长, 断缝位置渗水, 造成混凝土板的深度腐蚀和路基的进一步松动, 断板越来越多, 形成恶性循环, 几乎形成了水泥混凝土路面不可治愈的顽症。要处理水泥混凝土断板问题, 必须选用高品质、长寿命的密封修补材料, 当务之急是要对现有混凝土已有断板进行妥善处理。

现在国内许多单位处理断板缝的思路是希望用一种材料, 比如高强度环氧树脂或甲基丙烯酸类材料将断开的混凝土板重新粘结成一个整体。从已有的工程实践来看, 这种办法失败率很高。原因在于刚修补完成的混凝土板所受的外力(可能来自于基础或路面荷载)及板内应力已经发生了很大的变化, 这种外力或由此产生的内力已经足以使混凝土板再次断裂。将混凝土板重新粘结为一个整体, 原来的断裂外力依然作用在板块上, 仍然会使板块的薄弱区域断裂, 这个区域不是发生在原来断裂的位置造成胶体破坏或粘结破坏, 就是在其他区域形成新的断板裂缝。

现在维修断板的新思路是降低对断板的要求, 不再希望将断裂的板块重新粘结成一个整体, 而是允许板块的相对位移, 强调断板的防水, 从而保护路基, 防止新的断板缝的发生。在此思路下, 就不再认为断板缝是一道不应该发生的或存在的缝, 对修补缝的要求也从强度转化为满足位移、防水、耐久性和施工便利性。据此看来硅酮材料具有不可比拟的优势。

1 硅酮密封胶的特性

目前市场上, 用于混凝土路面接口的密封材料, 大致可分为三大类: (1) 压缩性密封型材料(Neoprene Seal, 压入式氯丁橡胶条); (2) 加热型密封材料(Hot-Pour); (3) 常温性密封材料(Cold Applied)。每一类型的密封材料, 依据其本身的特性和操作, 而应用于不同环境、条件下的接口密封。其中, 归类于常温型密封材料的硅酮密封胶, 则由于其本身的耐候性、温度稳定性、低模高弹性等特征, 而受到相当程度的欢迎和使用。根据美国混凝土路面协会的报告, 目前在美国约有 21% 的施工单位采用压缩性密封型材料, 25% 的施工单位采用加热型密封材料, 而约有 52% 的施工单位采用

硅酮密封胶密封接口。由此可见硅酮密封胶的普及性和广泛性。

硅酮密封胶与其他一般的有机密封材料, 最大的不同点在于硅酮本身独特的分子结构。一般的材料是由碳—碳(C—C)或碳—氧(C—O)分子键结而成, 而硅酮则是以硅—氧(Si—O)键为主体, 能让日光中的紫外线穿透而不伤害到化学键。而一般碳—碳键, 当暴露于阳光下, 紫外线无法穿透而直接打在键上, 造成键结的损伤和破坏。此外, 硅—氧—硅的化学键角, 要比一般碳—氧—碳键角宽, 原子旋转较易。加上硅酮分子的玻璃转化温度(T_g)远比一般有机材料来的低, 诸如此类的独特分子自然特性, 使硅酮密封胶具备了下列广为人知的特征^[1]:

1.1 耐候性和耐久性

由于硅酮不受紫外线的影响, 因此比起其它受到紫外线照射后会变硬、变脆、裂化的有机物, 有着更长的使用寿命。此外, 硅酮对于臭氧、氧化和酸碱化学物等, 也有相当优越的抵抗性。

1.2 宽泛的温度稳定性

一般有机材料, 在高温时会变得较柔软, 而在低温时, 则会变硬变脆, 而失去了应具备的弹性和变位能力。硅酮密封胶则不易受到高低温的影响。完全固化的硅酮密封胶, 在 $-45^{\circ}\text{C} \sim 149^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内, 其特性无明显的变化。

1.3 模量(Modulus)

模量, 其定义在此为 ASTM D 412 的测试方法, 将固化的硅酮橡胶拉伸到 150% 所需的力量。模量愈低, 表示拉伸和回复的能力越强, 也愈能应付混凝土接口因热胀冷缩及其它动荷载所造成的接口变位。目前用于混凝土接口的密封材料, 一般而言, 具有 $\pm 25\%$ 的位移能力。而低模量的硅酮密封胶, 已具备了 $+100\% \sim 50\%$ 的高位移能力, 其对于接口宽度设计, 允许施工误差等方面, 均提供了极佳的选择性和弹性。

1.4 压缩 / 回复性

比起一般密封材料压缩回复性(25%~50%), 硅酮密封胶有 +90% 的回复性(聚硫类为 70%~80%, 聚氨酯类为 80%~90%)。愈高的回复性, 愈能适应接口周而复始的周期性变位(伸张和压缩), 而仍能保持良好的密封效果。

2 影响混凝土断板密封的主要因素

影响混凝土断板密封效果的因素很多, 但一般以接口设计、密封材料的选择以及正确的施工工艺为最主要的因素。

2.1 接口设计

良好的接口设计可以说是决定日后密封成功的第一步。过小的断缝, 固然可以减少密封料的使用量和增进路面的美观, 但也易造成日后密封材料灌注的困难而无法达到密封的

收稿日期: 2006-03-27

作者简介: 周庆月(1974-), 男, 江苏南通人, 工程师, 从事建设工程管理工作。

目的。不适当的接缝接口尺寸,则无法承受热胀冷缩或荷载所引起的板块变位,而导致密封胶粘结性失败、胶体破裂等现象。

一般而言,硅酮密封胶施工建议的比例为宽:深=2:1,深度最少为6mm。其与以往所用密封材料采用宽深比1:2到1:1是完全相反的。以往的密封观念,是采用“填塞”、“刚硬”等来填满接口以达密封。但由于忽略了“弹性”、“位移”等因素,易造成密封的失效。目前的密封概念,则基于以往失败的经验,加上对混凝土板块变位的了解,强调密封要具有“柔软延展性”、“弹性位移”等特性。

硅酮密封胶依2:1宽深比施打,再加上胶面以凹型低于路面的设计,最能发挥胶体本身的位移能力。

背衬材的选择,对接口设计而言,也有相当程度的影响。背衬材在接口的扮演角色有3个:

(1)避免三边粘着。硅酮密封胶的粘接性主要在于接口的两面。当接口伸缩时,其受力方向为均匀的水平线上。若是密封胶与背衬材间有粘着性,则当接口伸缩时,作用于胶体的应力不均,而造成某区的受力过大,易造成密封胶位移弹性降低,甚至造成胶体的断裂。

(2)控制打胶深度。依据宽深比的要求,将背衬材放入接口内一定的位置,如此在施打硅酮密封胶时,不至于灌注太多或太少。

(3)整平时的底部支撑。非自流平硅酮胶在施打入接口后,必须采用尺寸适当的刮刀,由上往下挤压胶体,以使其能注满接口。若无背衬材作背衬,则无法顺利整平。背衬材应选用可压缩、不吸水的材料(如聚乙烯)。背衬材通常选用圆柱形,直径应比接口宽度大25%左右。将背衬材放置于接口内时,应避免用尖锐的工具挤压,以免造成背衬材表面的破损而导致日后起泡现象。可依填缝的深度,设计出适当方便的挤压工具。

2.2 密封材料的选择

不同的路面养护、造价、施工环境等等,都会造成对所选用密封材料的影响。各种不同的密封材料,也依据其本身的特性,而应用于不同的路面工程。一般行业内对密封材料选择的考虑和要求大致有:

(1)耐候、耐久性:路面断板接口密封可以说是一个相当严格的挑战。由于长期暴晒于日光下,紫外线对密封材料的伤害,往往造成预期使用寿命的缩短,而造成密封失效。故耐候性是一项重要的考虑因素。

(2)位移能力:由于断板缝间的变位,密封材料需有适当的位移能力以承受此断口的变位。若否,当接口位移发生,密封材料便因无法承受而导致密封失效。

(3)温度稳定性:大多数的密封材料,在热天时较柔软,而在冷天时则较硬,如此一来经历四季循环,胶体因温度的变化和接口的位移,早已破损,不堪再使用。因此,选用密封材料时,应将温度稳定性考虑进去。

2.3 施工工艺

因水泥混凝土断板的损坏情况呈现多样化,不可能有某种通用的修补材料用于所有断板的修复。对于裂缝,国内外学者把它分为3类,即死缝、活缝与增长缝。死缝是一种稳定裂缝,其宽度和长度不再发生变化;活缝则是宽度随外界、温度和荷载条件而变化,长度不变或变化不大的裂缝;增长缝是一种不稳定裂缝,易扩展而导致路面的严重损坏^[9]。不少水泥混凝土断板的绝大部分裂缝为活缝或是增长缝,如盲目使用刚性材料填缝将可能导致新的裂缝的出现。对于活缝和增长缝而言,并不适合采用刚性材料进行快速修补,因此,柔性

材料作为首选。当然,选择了好的材料,正确的施工工艺也是一项不可忽视的因素。

2.3.1 前期调查

在断板修复前,进行调查那些即将维修的断板必须基础无损或损坏不严重。对那些车辆行走出现翘板现象的板块,必须先对基础处理后才能进行维修;

2.3.2 切割裂缝

使用切割机沿着断板裂缝两侧锯开原缝,裂缝12mm以内切割深度为20mm,宽为15mm以内。路线顺着不规则的断板缝切割。在切割过程中,对于断板裂缝的啃边切割陡直。见图1。

2.3.3 裂缝清理

使用钢丝刷倾斜45°对切割过的裂缝进行两边清理,然后使用高压空气清缝,做到切割的边缘没有灰尘。见图2、图3。

2.3.4 安装背衬

接口清洁完成后,安装背衬材料,再次重复一次高压空气清缝步骤。见图4。

2.3.5 施打硅胶

打胶时应做到:

(1)将胶枪嘴深入接口内,以确保密封胶能由下往上灌满整个接口,而无气泡陷入胶内。

(2)胶枪嘴以45°斜角推入接口内,而不应以拖拉的方式打胶。

(3)对一定长度的接口,应以稳定连续性的方式施打,尽量避免施打速度时快时慢,而造成过量或过少的密封胶于接口内。

(4)控制、调节打胶机之压力、枪嘴的大小、形状以控制施工速度。

(5)针对非自流平型密封胶,应以适当的整平工具,由上往下挤压整平胶面,使胶受压而与接口面有充分的接触粘着。胶体表面应成凹面状,凹面处应低于路面至少3~4mm,并应视接口宽度的增大而加深凹陷。自流平型密封胶虽无须整平动作,但胶面仍应低于路面3~4mm。

(6)打胶完成后,应检视接口填缝情况,以确保胶无起泡、隆起等现象。若发现有不当的情形,应立即处理。

2.3.6 再次检查

打胶完成后,应检视接口填缝情况,以确保胶无起泡、隆起等现象。发现有不当的情形,应立即处理。



图1 切缝



图2 清理



图3 冲洗



图4 压入背衬

2.3.7 注意事项

- (1) 断板切割过程中, 裂缝有啃边的地方一定要切割陡直并同时处理。
- (2) 同一板块两条相对方向的裂缝必须切割连接起来; 对于处于生长期的裂缝, 即没有到头的断板需切割到头。
- (3) 施工过程中对裂缝的清理必须仔细, 做到缝内无浮尘。
- (4) 前期的调查非常重要, 即将维修的断板基础应完好或较好。
- (5) 潮湿环境应禁止使用硅酮胶。

3 品质检测

为确保所选用的密封胶和施工工艺能与所欲施工的路面接缝有良好的密封效果, 在施工前和施工后, 应分别进行工地粘着性测试。

选择一小段典型接口设计的路面(约 1m), 依选用的密封胶和施打工艺, 先进行一遍小面积操作。待密封胶完全固化后, 按照工地粘着性测试方法, 检查密封胶与接口面的粘着性。若有粘着性不佳的现象, 则应重新检视选用的密封胶和施工步骤, 找出原因并加以修正, 对于较严格要求的路面, 测试接口长度可视状况而增加。

附录: 工地粘着性测试方法:

- (1) 用刀垂直于接口长度方向将密封胶划出一缝隙。
- (2) 顺着接口面, 将密封胶与接口面左右各切约 80mm 的长度。
- (3) 在胶条上约 25mm 高处作一横记号。
- (4) 握紧胶条(约在 25mm 横记号上方), 以垂直 90° 路面的方向拉伸胶条。
- (5) 当胶条上 25mm 的记号被拉伸到 80~100mm 长, 而胶条与接口面并无粘着性失败产生时, 表示测试合格。

若测试的密封胶与不同的材质接触时, 则应针对单一材质分别进行测试。将欲测材质面划出长约 25mm 的缝隙, 而非测试材质面则划出长于 25mm(约 30~35mm) 的缝隙, 再依

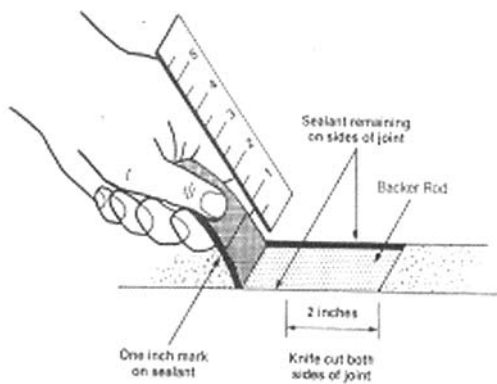


图5 工地粘着性测

90° 直角拉伸方式进行测试, 见图 5。

4 结论

低模量硅酮密封胶于 20 世纪 70 年代初期被混凝土工业界引进作为刚性路面的断板密封, 至今已有 30 多年。许许多多的工程实例, 证实了硅酮密封胶在正确的施工工艺操作下, 不但能达到完美的断板接口密封效果, 也是最佳的工程选择。相比于传统的有机密封修补材料, 在位移能力、温度稳定性、使用寿命和施工便利性等诸多方面, 硅酮材料都具有无以比拟的优势。

参考文献:

- [1] 陈十德, 王凯, 朱林. 混凝土路面硅酮填缝材料的应用及操作工艺 [C]. 第八界国际交通技术应用大会论文集.
- [2] 代新祥, 文梓芸. 水泥混凝土路面损坏原因分析及修补材料的选择 [J]. 公路.